

VALORACIÓN AMBIENTAL: APORTACIONES, ALCANCES Y LIMITACIONES

*Alma Angelina Haro Martínez**
*Cristina Taddei Bringas***

Fecha de recepción: 27 de octubre de 2009. Fecha de aceptación: 9 de enero de 2010.

Introducción

Es indiscutible que el ser humano depende de la naturaleza: su vida requiere los bienes y servicios que le proporcionan los ecosistemas (Daily *et al.*, 1997). Cuando los componentes de los ecosistemas son apropiados para fines de uso, se convierten en bienes (como la madera y el alimento); en cambio, cuando los componentes de los ecosistemas interaccionan con energía y producen flujos a lo largo del tiempo, proporcionan servicios ambientales (como la purificación de agua y el secuestro de carbono) (Aylward y Barbier, 1992).

La producción de bienes y servicios en una economía depende de la capacidad de generación de servicios del capital natural, por tanto, de los ecosistemas (Gustavson *et al.*, 2002). La trascendencia de los servicios ambientales se basa en que éstos generan las condiciones para la obtención de los bienes y el sustento de la vida.

En este documento se entiende por servicios ambientales aquellos bienes y servicios derivados de los ecosistemas, tal como generalmente se considera al tratar este tema. Los servicios ambientales son los beneficios que la gente obtiene de las funciones de los ecosistemas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005); estas funciones son los procesos ecológicos que se llevan a cabo en los ecosistemas (De Groot, 1992; Guo y Gan, 2002).

* Estudiante de doctorado con especialidad en Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. Correo electrónico: haro.alma@gmail.com

** Investigadora titular y coordinadora de Desarrollo Regional del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Hermosillo, Sonora. Correo electrónico: ctaddei@ciad.mx

A pesar de la importancia de estos servicios, el actual modelo de desarrollo ha provocado que se utilicen en forma excesiva e inadecuada, lo que ha ocasionado severos impactos en los ecosistemas, en muchas ocasiones irreversibles. Si las actividades humanas no son modificadas para detener y revertir el proceso de deterioro, se corre el riesgo de alterar definitivamente de los ecosistemas, de tal manera que su capacidad para proporcionar bienestar y satisfacción a la humanidad se vea reducida y en algunos casos suprimida.

Modificar las actividades humanas exige un cambio de conducta que puede lograrse con información más clara del medio; de ahí la necesidad de generar nueva información sobre los ecosistemas, que conduzca hacia una toma de decisiones adecuada en el manejo y uso de los mismos.

Es en este contexto donde nace la valoración ambiental. Dado que en el sistema económico actual las decisiones se basan en valores monetarios, esta herramienta permite asignar valor a los servicios ambientales y, de esta manera, integrar el ambiente en la toma de decisiones.

Su importancia no sólo radica en asignar un valor monetario de comparación, sino en la capacidad de mostrar información relevante acerca de la estructura, funcionamiento y las variadas y complejas funciones de los ecosistemas en el soporte al bienestar humano, así como de revelar su condición y relativa escasez (Howarth y Faber, 2002); ello permite tener más elementos para una toma de decisiones adecuada en el manejo y uso de los recursos.

La aplicación de la valoración ambiental se ha incrementado en los últimos años. Se ha desarrollado una amplia gama de metodologías que constituyen la base para el estudio de múltiples áreas donde se han realizado diversos estudios de caso.

A pesar de las virtudes e importancia de la valoración, existe controversia respecto a su uso en la toma de decisiones, pues son pocos los estudios que tienen un verdadero impacto (Sheil y Wunder, 2002).

En tal sentido, el objetivo de este trabajo es analizar la situación actual de la valoración ambiental y mostrar sus limitaciones, así como proponer algunas alternativas que permitan mejorarla.

En la primera parte se hace un recuento de los estudios de caso realizados en este ámbito; se enfatiza en la importancia de considerar la escala y se discute si ésta es una limitante. Posteriormente, se analiza el porqué las técnicas de valoración y el número de servicios valorados pueden alterar la credibilidad de los estudios de valoración. En la última parte se discute la factibilidad del uso del análisis espacial como un elemento de apoyo para mejorar la herramienta.

Contribuciones empíricas y sus debilidades

Existe una amplia diversidad de estudios sobre teorías, métodos y técnicas de valoración ambiental (Barbier, 2007; Millennium-Ecosystem-Assessment, 2005; Azqueta, 2002; Costanza *et al.*, 1999), así como estudios de caso relacionados con el tema (Guo *et al.*, 2001), lo que da cuenta del desarrollo de esta herramienta.

Sin embargo, pocos estudios alcanzan un impacto real (Sheil y Wunder, 2002). Autores como Villa *et al.* (2002) consideran que la utilidad de las valoraciones depende de la capacidad de acceso a las mismas y de la calidad de la información. No obstante, hay un gran número de publicaciones y se han generado algunas bases de datos integradas por diversos estudios de valoración¹.

En cuanto al acceso a información de calidad, conviene señalar que un trabajo de valoración implica el empleo de datos confiables, aunque su calidad generalmente es cuestionada no por la información, sino por debilidades propias de la herramienta. Sheil y Wunder (2002) lo atribuyen a que quienes realizan los estudios no son los tomadores de decisiones, de ahí que se incurra en fallas como el no considerar escenarios alternativos, la incertidumbre asociada a los valores, la dependencia del contexto y la interpretación de resultados en función del objetivo perseguido, entre otras².

No obstante, no son los únicos factores que podrían volver vulnerable a este instrumento. Así se evidencia al revisar los trabajos de valoración existentes, cuyo análisis permitió obtener información sobre algunas de sus carencias, lo que al mismo tiempo explicaría la subutilización de los estudios. A continuación se ofrece un recuento resumido de dichos trabajos.

Las aportaciones empíricas y su escala

La valoración ambiental ha sido aplicada en diversos países desde la década de 1970 (Hein *et al.*, 2006); pero, sin duda, la publicación del trabajo de Costanza *et al.* (1997), *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, marcó un hito en el tratamiento de esta temática. En éste, se asignan valores económicos a una amplia variedad de servicios ambientales del mundo utilizando como área base para la asignación del valor a los ecosistemas (bosques, desiertos, humedales, entre otros).

A pesar de las críticas que principalmente se enfocan en que el valor total propuesto de los servicios excede el ingreso mundial y es imposible pagar más que

¹ Algunas bases de datos con información de estudios de valoración son: Ecosystem Services Database (ESD), Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI), International Institute for Environment Development (IIED).

² Véase Sheil y Wunder, 2002.

dicho ingreso (Howarth y Faber, 2002), el estudio referido ha constituido la base para nuevas aportaciones, como las de Sutton y Costanza (2002), que retoman los valores propuestos y correlacionan el Producto Interno Bruto (PIB) con la cantidad de luz emitida por cada nación; también Konarska *et al.* (2002) calculan para cada país del mundo el valor de los servicios ambientales.

Otros autores realizan valoraciones también a escala global pero con distintas estimaciones, como Balmford *et al.* (2002), quienes evalúan la pérdida de valor económico por la transformación de bosques tropicales, manglares, arrecifes y pantanos. Patterson (2002), igualmente, en un estudio global sugiere una metodología para asignar precios ecológicos³ a un conjunto de procesos de la biosfera.

A pesar de la relevancia de estos trabajos de gran escala, el nivel de generalización puede propiciar amplios márgenes de error al extrapolarlos a una menor magnitud, ya que los servicios son suministrados a diferentes escalas espaciales y por lo tanto su valor varía entre ellas (Hein *et al.*, 2006). Por otra parte, la toma de decisiones generalmente se da en espacios regionales o locales debido a que los bienes, servicios, materia y energía son frecuentemente transferidos al ámbito regional (Ayensu *et al.*, 1999).

También hay otros estudios que pueden ser considerados de escala global pero, lejos de realizarse en función de bienes y servicios sujetos a áreas geográficas, se enfocan en el desarrollo de metodologías cuyos valores son asignados a espacios delimitados por divisiones políticas y no de acuerdo con sus características físicas; se trata de aquellos que utilizan indicadores económicos como el PIB (Richmond *et al.*, 2007; Alexander *et al.*, 1998) y que generalmente se centran en la construcción de indicadores para la elaboración de cuentas ambientales.

Entre las investigaciones de orden regional destaca el trabajo realizado por De Groot (1992) en las Islas Galápagos y el Mar de Wadden en Holanda, donde se definieron y valoraron una amplia variedad de servicios, utilizando en casi todos precios de mercado. Aunque los valores son cuestionados, la relevancia de estos estudios radica en la información referente a la definición y clasificación de servicios ambientales, misma que ha servido como base para el desarrollo de una amplia diversidad de trabajos de valoración, incluido el de Costanza *et al.* (1997).

También existen diferentes estudios de caso de orden regional. Son comunes aquéllos en donde en algunos parques, áreas protegidas y otros espacios similares se valoran algunos bienes y servicios donde el área geográfica menor considerada

³ Según Patterson (2002), el precio ecológico es la relación que mide el valor de un bien ecológico, por ejemplo energía solar por kilogramo de manzanas.

para la asignación del valor son los ecosistemas. Éste es otro aspecto importante de la escala ya que generalmente se acude a dicha unidad de análisis debido a la facilidad de delimitarla; sin embargo, su amplitud impide la obtención de información de superficies más pequeñas.

Debido a la cantidad de beneficios que proporciona al ser humano, los bosques es uno de los ecosistemas más analizados, en cuyo ámbito destaca el trabajo realizado por Croitoru (2004), que obtiene el valor económico total de éstos a partir de una síntesis de 18 casos para la región mediterránea. Otros estudios, como los de Busse-Nielsen *et al.* (2007); Dubgaard (1998); Gram (2001); y Pinedo-Vasquez *et al.* (1992), en general utilizan técnicas que varían entre la valoración contingente y la de mercado, siendo más frecuente la primera, especialmente cuando se trata de servicios que no cuentan con valor en el mercado. En este caso es cuando se recurre a mercados hipotéticos o simulados.

Otro ecosistema que ha recibido gran atención es el de los humedales. Al respecto, destaca el trabajo de Woodward y Wui (2001), quienes a partir de los resultados de 39 estudios efectúan una comparación del valor relativo de los diferentes servicios y evidencian la necesidad de trabajar en las áreas específicas, debido a la incertidumbre⁴ que ocasiona realizar predicciones con base en resultados de otros estudios. Entre los trabajos más recientes en estos ecosistemas se encuentran los de Gürlük y Rehber (2008) y Yang *et al.* (2008), que efectúan una estimación del valor de los servicios utilizando valoración contingente.

Otras regiones que por su importancia biofísica y de los procesos que en ellas se desarrollan han sido consideradas estratégicas para la toma de decisiones son las cuencas. Éstas pueden estar constituidas por varios ecosistemas. Debido a la extensión de las cuencas, gran parte de los trabajos se enfocan principalmente en valorar los servicios ambientales a través de la técnica de valoración contingente y los valores son asignados de manera homogénea a toda el área (Ojeda *et al.*, 2008; Holmes *et al.*, 2004; Kramerx y Eisen-Hecht, 1999). Uno de los problemas en estos casos se remite de nuevo a la escala, ya que debido a la amplitud de las regiones es posible que en distintas áreas de la cuenca las condiciones físicas de los sitios y por tanto los servicios sean diferentes, de ahí que el valor no debiera ser homogéneo.

⁴ Si se desea profundizar en las desventajas de la transferencia de valor, además de las mencionadas por estos autores, véase Azqueta, 2002.

Las técnicas de valoración

Cuando se trata de bienes y servicios que se encuentran en el mercado, la aplicación de las técnicas es sencilla y con poco margen de controversia en cuanto a aceptación; sin embargo, muchos de éstos, especialmente los servicios, no son intercambiados en el mercado y ello complica la utilización de la mayoría de los métodos. En estos casos, generalmente se recurre al método de valoración contingente, que para la asignación de valor se basa en las preferencias individuales expresadas a partir de respuestas directas de los consumidores.

Un análisis de la base de datos Environmental Valuation Reference Inventory (EVRI) y revisiones a distintas bases reportadas por Olivera-Villaroel (2005), revelan que de los estudios de valoración realizados en áreas protegidas, la mayoría se ha hecho a partir del método de valoración contingente, lo que muestra que los métodos de información directa de mercado no se utilizan comúnmente cuando se trata de servicios ambientales.

La revisión realizada para este trabajo evidencia que, en efecto, la valoración contingente es un método utilizado con frecuencia. Asimismo, muestra la controversia en cuanto a la validez de los resultados obtenidos al aplicarlo, que se explica por algunas desventajas señaladas, tales como las divergencias entre las respuestas ante la disposición a pagar y la compensación exigida, el sesgo en la información, falta de veracidad en las respuestas, baja tasa de respuestas y la naturaleza hipotética de las preguntas (Veisten, 2007; Duberstein y Steiguer, 2003; Holvad, 1999).

Por otro lado, la libertad para elegir los métodos de valoración provoca que cuando se usan métodos distintos para valorar dos áreas similares, resulte imposible, a pesar de las similitudes entre las regiones, realizar comparaciones; este inconveniente limita las posibilidades de utilidad de la herramienta.

La cantidad de servicios valorados

Si se parte de que el valor económico total está conformado por la suma de los valores de los servicios ambientales de una área (Pearce y Turner, 1990), se puede concluir que a mayor número de servicios considerados, más cercano al real será su valor. Por consiguiente, la subvaluación sucede cuando se valoran menos servicios de los que proveen los ecosistemas. Si a ello se suma que la valoración se realiza a un solo ecosistema, donde el valor se asigna de manera uniforme para toda la región, el tomador de decisiones puede considerar no confiable el resultado.

Existen trabajos que se enfocan en calcular valores para diversos servicios en varios ecosistemas; el más citado por su cobertura y trascendencia es el de Costanza

et al. (1997), que se realizó a escala global. Se hallan otros en escalas variadas (Ingraham y Foster, 2008; Turpie *et al.*, 2003; Bobylev *et al.*, 2003) que utilizan diversos métodos; sin embargo, es común la aplicación de la valoración contingente sobre todo cuando se trata de servicios que carecen de precio por no intercambiarse en el mercado. Por otra parte, en términos de costo, es indistinto valorar uno o varios servicios dado que el instrumento de acopio de información es la entrevista, que permite obtener información sobre distintos servicios en el mismo momento.

El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica como soporte para la toma de decisiones en las distintas áreas del conocimiento ha crecido en los últimos años. En materia de valoración, el proceso de identificar y cuantificar servicios ambientales utilizando SIG se reconoce cada vez más por sus alcances en la identificación espacial o territorial para la estimación de valores confiables y el uso eficiente de recursos. No obstante, su uso exige un mayor conocimiento acerca del funcionamiento de los servicios ambientales y las áreas que los proveen (Troy y Wilson, 2006).

En distintas partes del mundo se han desarrollado trabajos apoyados en SIG (Chen *et al.*, 2009; Beier *et al.*, 2008; Troy y Wilson, 2006; Sutton y Costanza, 2002; Konarska *et al.*, 2002; Kreuter *et al.*, 2001). En la mayoría de los casos sólo se recurre a este sistema como fuente de visualización; generalmente, al igual que en el trabajo de Costanza *et al.* (1997), la unidad de asignación de valor utilizada es el ecosistema; por tanto, los valores obtenidos por servicio son distribuidos homogéneamente en dicha área.

Sin embargo, las funciones de los ecosistemas son complejas y dependen de los factores físicos y biológicos como la vegetación, los suelos y las pendientes, cuya distribución espacial es heterogénea, de ahí que la de las funciones también lo sea (Guo *et al.*, 2003). Además, cuando el ser humano los altera, la capacidad de producción de servicios se ve disminuida, por lo que su valor no puede ser homogéneo.

La asignación de valor no puede realizarse sin conocer el funcionamiento de los servicios ambientales. El desarrollo de modelos para la valoración requiere que no sólo se asigne un valor monetario en función de su utilidad, sino que se integre el desempeño de los sistemas naturales para así incorporar realmente los elementos ambientales en la toma de decisiones. Así lo sugiere la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, al plantear que el reto fundamental de la valoración de servicios ambientales consiste en explicar y evaluar adecuadamente las relaciones entre las estructuras y funciones de los sistemas naturales, sus beneficios y sus valores (National Academy of Sciences, 2004).



En los últimos años se han desarrollado nuevas metodologías que incorporan la parte física y biológica de los servicios ambientales; esto es, que consideran su funcionamiento y condición. Apoyadas en el uso de sistemas de información geográfica, permiten disminuir las limitaciones de la herramienta como el inconveniente de la escala; es decir, ofrecen la posibilidad de emplear para la asignación del valor una unidad más pequeña que los ecosistemas y con ello distribuir los valores de una forma más confiable. Ahora es posible que la unidad de análisis esté constituida por los factores físicos y biológicos del lugar estudiado, así como de sus capacidades, dependiendo del funcionamiento del servicio.

Esta forma de trabajo es relativamente nueva; de hecho, son pocas las aportaciones realizadas en materia de escala espacial de servicios ambientales (Hein *et al.*, 2006). Guo *et al.* (2000) desarrollaron un modelo de simulación para estimar la capacidad de regulación de flujos de los bosques en el Río Yangtze en Yichan, China. Se analizaron las diferencias espaciales de los suelos, tipos de vegetación y pendientes; los resultados muestran los aumentos y disminuciones de flujos a lo largo del río y su capacidad para producir energía eléctrica, lo que da valor al servicio.

Posteriormente, Guo *et al.* (2001) realizaron una valoración en la misma provincia de China, utilizaron modelos de simulación y SIG para analizar los efectos de los factores vegetación, suelo y pendiente sobre las funciones de los ecosistemas y obtener el valor de tres servicios ambientales por unidad de área: conservación de agua, conservación de suelos y regulación de gases.

Egoh *et al.* (2008) delimitan y mapean cinco servicios ambientales en Sudáfrica: suministro de agua superficial, regulación de flujos de agua, acumulación de suelos, retención de suelos y almacenamiento de carbono; para ello utilizaron como surrogados o proxies⁵ agua cosechada, tasa de infiltración, potencial de erosión, profundidad del suelo y tipo de vegetación.

En otro trabajo, Egoh *et al.* (2009) utilizaron análisis espacial para probar que la distribución realizada en el estudio anterior coincide con la ubicación de la biodiversidad, y con ello constataron que las acciones de conservación de la biodiversidad protegen los servicios ambientales.

El trabajo de Haro (2006) desarrolla una valoración a nivel de cuenca en una región de Sonora, México. Asigna valores derivados de los mercados e identifica y delimi-

⁵ Surrogación es la relación entre un parámetro indicador y un parámetro objetivo. En este caso, los componentes de los ecosistemas son usados como surrogados o proxy para mapear la distribución de los servicios ambientales (Egoh *et al.*, 2008).

ta, con el apoyo del análisis espacial, servicios ambientales como: control de erosión, fijación de carbono, estabilización de suelos, prevención de inundaciones, irrigación natural y drenaje y provisión de agua; para ello, utiliza como proxies algunos factores biofísicos (suelos, pendientes y vegetación) y derivados de éstos, como: índices de vegetación, índice de frenado de erosión de suelos y diversos valores relacionados con agua, resultado de una modelación hidrológica, los cuales permiten estimar la intensidad del servicio que se refleja en el valor por unidad de área. Este estudio es similar a los realizados por Guo *et al.* (2000) y Egoh *et al.* (2008), con la diferencia de que este último no establece valores monetarios.

Otra contribución es la reportada por Ming *et al.* (2007), quienes cuantificaron los beneficios de los humedales para la mitigación de inundaciones en la Momoge National Nature Reserve (Reserva Natural Nacional Momoge) en China; la información se basa en los tipos de suelo, vegetación y características hidrológicas. Se utiliza el método de valores sustitutos, que está dado por la inversión en la construcción de una reserva ecológica.

Por otra parte, Naidoo *et al.* (2008) valoraron cuatro servicios (secuestro de carbono, almacenamiento de carbono, provisión de agua y producción de pastizales para ganado) en 574 ecorregiones del mundo; los autores utilizan indicadores globales como proxies para la distribución espacial, entre ellos, el intercambio de carbono y las estimaciones de carbono almacenado, la distribución de la producción ganadera y la cantidad de agua disponible.

La simplicidad de los indicadores abre la posibilidad de que algunos servicios sean replicados a una menor escala, si se cuenta con información a la escala adecuada. Al igual que el resto de los modelos, éste tiene limitaciones tales como los supuestos que se asumen, el empleo de información secundaria, así como la amplitud de la escala que puede provocar una disminución en la confiabilidad de la información.

A pesar de los avances realizados, es necesario reconocer las limitaciones para transferir los valores a otros contextos por ser muy específicos de las áreas valoradas, al depender de los factores biofísicos locales. Sin embargo, es posible trabajar en estandarizar las metodologías, definir modelos inicialmente para el desarrollo de los servicios más comunes e intentar que el procedimiento sea de fácil aplicación; esto contribuirá a su uso generalizado y permitirá la comparación entre sitios con características similares, de tal forma que la herramienta cumpla la función para la que fue concebida.

La importancia del uso de análisis espacial es evidente: por un lado, integrarlo como fuente de visualización permitirá ubicar y delimitar geográficamente las áreas



trabajadas; por otro, el desarrollo de metodologías que integren las características físicas y biológicas de las áreas valoradas mediante el uso de SIG con estimaciones ligadas al territorio y que incorporen, además de los elementos biofísicos, los factores económicos y sociales, contribuirá a mejorar la herramienta y con ello a promover instrumentos para el cumplimiento de los principios del desarrollo sustentable.

Conclusiones

Existe una amplia diversidad de estudios de valoración en distintas partes del mundo. Predominan los de orden regional y local debido a que la toma de decisiones se da generalmente a esa escala. Sin embargo, su utilidad se limita a los sitios evaluados en cuanto consideran elementos muy específicos de estas zonas; por otra parte, desplazarse de un nivel a otro puede generar amplios márgenes de error, de ahí que se vuelva inadecuada la extrapolación a otras escalas. Empero, a pesar de las diferencias de los contextos económicos y biofísicos entre regiones, en la actualidad la transferencia de valor es una técnica utilizada frecuentemente.

En los estudios revisados destaca la tendencia a utilizar el método de valoración contingente, especialmente para valorar servicios ambientales, a pesar de la controversia respecto de la validez de los resultados obtenidos con su aplicación. Por la pertinencia de utilizar técnicas con mayor factibilidad de aceptación por parte de la sociedad, es necesario recurrir a otro tipo de métodos, como aquellos que consideran valores de mercado.

Al utilizar la valoración contingente no se realiza una división territorial de los servicios ni de las áreas físicas que los producen, de ahí que el valor es adjudicado a la totalidad de la región o, en el mejor de los casos, al área total del ecosistema. Es decir, ésa es la unidad mínima de estudio, lo que constituye un problema de escala. Sin embargo, la revisión exhaustiva de los estudios desarrollados evidencia que existen avances en la solución de esta problemática, a través de la aplicación del análisis espacial.

Como se pudo mostrar, muchos estudios de valoración se enfocan en uno o muy pocos bienes y servicios, lo que implica una subvaluación dado que el valor asignado a un área específica estará determinado por la suma de valores de los servicios ambientales. Esto es, el número de servicios considerado es determinante; sólo al incluir un gran número de éstos se podrá obtener un valor más cercano al real.

La discrepancia entre escalas, técnicas utilizadas y número de servicios valorados propicia que distintas valoraciones en espacios geográficos con características similares arrojen valores distintos. Las características actuales de esta herramienta

no permiten llevar a cabo comparaciones entre regiones, de ahí que se plantee la necesidad de seguir trabajando en el diseño de un método estándar con aplicabilidad en cualquier región, de tal manera que se obtengan valores aceptables por la sociedad y que sea posible la comparación entre valores producidos en diferentes lugares. Ello, además, derivaría en la reducción de tiempos y costos en el uso de la valoración ambiental.



Bibliografía

- Alexander, Anne M., John A. List, Michael Margolis y Ralph C. D'Arge, "A method for valuing global ecosystem services", *Ecological Economics*, vol. 27, núm. 2, 1998, pp. 161-170.
- Ayensu, Edward, Daniel van R. Claassen, Andrew Dearing Mark Collins, Louise Fresco, Madhav Gadgil y Habiba Gitay, "International Ecosystem Assessment", *Science*, vol. 286, núm. 5440, 1999, pp. 685-686.
- Aylward, B. y E. Barbier, *What is Biodiversity Worth to a Developing Country? Capturing the Pharmaceutical Value of Species Information*, Londres, London Environmental Economics Centre, 1992.
- Azqueta, Diego, *Introducción a la Economía Ambiental*, Madrid, McGrawHill, 2002.
- Balmford, Andrew, Aaron Bruner, Philip Cooper, Robert Costanza, Stephen Farber, Rhys E. Green, "Economic reasons for conserving wild nature", *Science*, vol. 297, núm. 5583, 2002, pp. 950-953.
- Barbier, Edward B., "Valuation of ecosystem services supporting aquatic and other land based food systems", en Devin M. Bartley, Cécile Brugère, Doris Soto, Pierre Gerber y Brian Harvey (eds.), *Comparative assessment of the environmental costs of aquaculture and other food production sectors: methods for meaningful comparisons*, Vancouver, FAO, 2007.
- Beier, Colin M., Trista M. Patterson y F. Stuart-Chapin-III, "Ecosystem services and emergent vulnerability in managed ecosystems: a geospatial decision-support tool", *Ecosystems*, vol. 11, núm. 3, 2008, pp. 923-938.
- Bobylev, Sergey, Vladimir Sidorenko, Andrei Stetzenko y Olga Medvedeva, *Total Economic Value of Biological Resources of Moscow Region*, Moscú, World Bank, 2003.
- Busse-Nielsen, Anders, Søren Bøye-Olsen y Thomas Lundhede, "An economic valuation of the recreational benefits associated with nature-based forest management practices", *Landscape and Urban Planning*, vol. 80, núms. 1-2, 2007, pp. 63-71.
- Costanza, Robert, John Cumberland, Herman Daly, Robert Goodland y Richard Norgaard, *Una introducción a la economía ecológica*, México, CECSA, 1999.
- Costanza, Robert, Ralph D'Arge, Rudolf de Groot, Stephen Farber, Monica Grasso, Bruce Hannon, "The value of the world's ecosystem services and natural capital", *Nature*, vol. 387, núm., 1997, pp. 253-260.
- Croitoru, Lelia, *Valuing Forest Public Goods and Externalities: An Application to Mediterranean Forests*, Paper presented at the Proceedings of the 2nd Latin American Symposium on Forest Management and Economics, Barcelona, 2004.
- Chen, Nengwang, Huancheng Lia y Lihong Wanga, "A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a county scale: Management implications", *Ecological Economics*, vol. 68, núm. 11, 2009, pp. 2768-2776.
- Daily, Gretchen C., Susan Alexander, Paul R. Ehrlich, Larry Goulder, Jane Lubchenco, Pamela A. Matson, "Servicios de los ecosistemas: Beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas naturales", *Tópicos en ecología*, vol. 2, núm., 1997, pp. 16.
- De Groot, Rudolf S., *Functions of Nature. Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*, Amsterdam, 1992.



- Duberstein, Jennifer N. y J. E. de Steiguer, "Contingent valuation and watershed management: A review of past uses and possible future applications", *First Interagency Conference on Research in the Watersheds*, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2003.
- Dubgaard, Alex, "Economic valuation of recreational benefits from Danish forests", en Stephan Dabbert, Alex Dubgaard y Louis Slangen (eds.), *The Economics of Landscape and Wildlife Conservation*, Wallingford, CAB International, 1998, pp. 53-64.
- Egoh, Benis, Belinda Reyers, Mathieu Rouget, Michael Bode y David M. Richardson, "Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa", *Biological Conservation*, vol. 142, núm. 3, 2009, pp. 553-562.
- Egoh, Benis, Belinda Reyers, Mathieu Rouget, David M. Richardson, David C. LeMaitre y Albert S. Van-Jaarsveld, "Mapping ecosystem services for planning and management", *Agriculture Ecosystems & Environment*, vol. 127, núms. 1-2, 2008, pp. 135-140.
- Gram, Søren, "Economic valuation of special forest products: An assessment of methodological shortcomings", *Ecological Economics*, vol. 36, núm. 1, 2001, pp. 109-117.
- Guo, Zhongwei y Yaling Gan, "Ecosystem function for water retention and forest ecosystem conservation in a watershed of the Yangtze River", *Biodiversity and Conservation*, vol. 11, núm. 4, 2002, pp. 599-614.
- Guo, Zhongwei, Yaling Gan y Yiming Li, "Spatial pattern of ecosystem function and ecosystem conservation", *Environmental Management*, vol. 32, núm. 6, 2003, pp. 682-692.
- Guo, Zhongwei, Xiangming Xiao y Dianmo Li, "An assessment of ecosystem services: Water flow regulation and hydroelectric power production", *Ecological Applications*, vol. 10, núm. 3, 2000, pp. 925-936.
- Guo, Zhongwei, Xiangming Xiao, Yaling Gan y Yuejun Zheng, "Ecosystem functions, services and their values: A case study in Xingshan County of China", *Ecological Economics*, vol. 38, núm. 1, 2001, pp. 141-154.
- Gürlük, Serkan y Erkan Rehber, "A travel cost study to estimate recreational value for a bird refuge at Lake Manyas, Turkey", *Journal of Environmental Management*, vol. 88, núm. 4, 2008, pp. 1350-1360.
- Gustavson, Kent, Stephen C. Loneragan y Jack Ruitenbeek, "Measuring contributions to economic production: Use of an Index of Captured Ecosystem Value", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 1, 2002, pp. 479-490.
- Haro, Alma A., *La valuación económica de los bienes y servicios ambientales de la cuenca alta del Río Sonora*, Hermosillo, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 2006.
- Hein, Lars, Kris van Koppen, Rudolf S. de Groot y Ekko C. van Ierland, "Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services", *Ecological Economics*, vol. 57, núm. 2, 2006, pp. 209-228.
- Holmes, Thomas P., John C. Bergstrom, Eric Huszar, Susan B. Kask e I. Fritz Orr, "Contingent valuation, net marginal benefits, and the scale of riparian ecosystem restoration", *Ecological Economics*, vol. 49, núm. 1, 2004, pp. 19-30.
- Holvad, Torben, "Contingent valuation methods. Possibilities and problems", *Transport Research and Consultancy*, University of North London, 1999.
- Howarth, Richard B. y Stephen Faber, "Accounting for the value of ecosystem services", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 1, 2002, pp. 421-429.
- Ingraham, Molly W. y Shonda Gilliland Foster, "The value of ecosystem services provided by the US national wildlife refuge system in the contiguous US", *Ecological Economics*, vol. 67, núm. 4, 2008, pp. 608-618.
- Konarska, Keri M., Paul C. Sutton y Michael Castellon, "Evaluating scale dependence of ecosystem service valuation: A comparison of NOAA-AVHRR and Landsat TM datasets", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 3, 2002, pp. 491-507.
- Kramer, Randall A. y Jonathan I. Eisen-Hecht, "The economic value of water quality in the Catawba River basin", *Water Resources Research*, vol. 38, núm. 9, 1999, pp. 1182.
- Kreuter, Urs P., Heather G. Harris, Marty D. Matlock y Ronald E. Lacey, "Change in ecosystem service values in the San Antonio area, Texas", *Ecological Economics*, vol. 39, núm. 3, 2001, pp. 333-346.
- Millennium-Ecosystem-Assessment, *Ecosystems and Human Well Being: Synthesis*,

- Washington, DC, World Resources Institute, 2005.
- Ming, Jiang, Lu Xian-guo, Xu Lin-shu, Chu Li-juan y Tong Shouzheng, "Flood mitigation benefit of wetland soil. A case study in Momege National Nature Reserve in China", *Ecological Economics*, vol. 61, núms. 2-3, 2007, pp. 217-223.
- Naidoo, Robin, Andrew Balmford, Robert Costanza, Brendan Fisher, Rhys E. Green, B. Lehner, "Global mapping of ecosystem services and conservation priorities", *PNAS*, vol. 105, núm. 28, 2008, pp. 9495-9500.
- National Academy of Sciences, *Valuing Ecosystems Services: Toward Better Environmental Decision-Making*, Washington, DC, National Research Council of the National Academies, 2004.
- Ojeda, M. I., A. S. Mayer y B. D. Solomon, "Economic valuation of environmental services sustained by water flows in the Yaqui River Delta", *Ecological Economics*, vol. 65, núm. 1, 2008, pp. 155-166.
- Olivera-Villaroel, Marcelo, "El valor económico de las áreas naturales protegidas", *Economía informa*, vol. 333, núm. 1, 2005, pp. 72-86.
- Patterson, Murray G., "Ecological production based pricing of biosphere processes", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 3, 2002, pp. 457-478.
- Pearce, David W. y R. Kerry Turner, *Economics of Natural Resources and the Environment*. Exeter, BPCC Wheatsons Ltd, 1990.
- Pinedo-Vasquez, Miguel, Daniel Zarin y Peter Jipp, "Economic returns from forest conversion in the Peruvian Amazon", *Ecological Economics*, vol. 6, núm. 2, 1992, pp. 163-173.
- Richmond, Amy, Robert K. Kaufmann y Ranga B. Myneni, "Valuing ecosystem services: A shadow price for net primary production", *Ecological Economics*, vol. 64, núm. 2, 2007, pp. 454-462.
- Sheil, Douglas y Sven Wunder, "The value of tropical forest to local communities: complications, caveats and cautions", *Conservation Ecology*, vol. 6, núm. 2, 2002, en: <http://www.consecol.org/vol6/iss2/art9/>
- Sutton, Paul C. y Robert Costanza, "Global estimates of market and non market values derived from nighttime satellite imagery, land cover and ecosystem service valuation", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 5, 2002, pp. 509-527.
- Troy, Austin y Matthew A. Wilson, "Mapping ecosystem services: Practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer", *Ecological Economics*, vol. 60, núm. 2, 2006, pp. 435-449.
- Turpie, Jane K., Barry J. Heydenrych y Stephen J. Lamberth, "Economic value of terrestrial and marine biodiversity in the Cape Floristic region: Implications for defining effective and socially optimal conservation strategies", *Biological Conservation*, vol. 112, núm. 1, 2003, pp. 233-251.
- Veisten, Knut, "Contingent valuation controversies: Philosophic debates about economic theory", *Journal of Socio-Economics*, vol. 36, núm. 2, 2007, pp. 204-232.
- Villa, Fernandino, Matthew A. Wilson, Rodolfo de Groot, Steven Farber, Robert Costanza y Roelof M. J. Boumans, "Designing an integrated knowledge base to support ecosystem services valuation", *Ecological Economics*, vol. 41, núm. 3, 2002, pp. 445-456.
- Woodward, Richard T. y Yong-Suhk Wui, "The economic value of wetland services: A meta-analysis", *Ecological Economics*, vol. 37, núm. 2, 2001, pp. 257-270.
- Yang, Wu, Jie Chang, Bin Xu, Changhui Peng y Ying Ge, "Ecosystem service value assessment for constructed wetlands: A case study in Hangzhou, China", *Ecological Economics*, vol. 68, núms. 1-2, 2008, pp. 116-125.

